ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE 1961 N° 14

TOPOGRAPHIE
DE
L'ISTHME ENCEPHALIQUE
CHEZ LES ÉQUIDÉS

THESE

pour le doctorat vétérinaire

(Diplôme d'Etat)

Présentée et soutenue publiquement en Février 1961
devant la
Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

PAR

JEAN-MARIE BLANCOU

Né le 28 Août 1936, à Bangui (A. E. F.)

Président : M. LAZORTHES, Professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse

Assesseurs : M. BLIN, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
M. PUGET, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

---

IMPRIMERIE PARISIENNE
16, Place du Salin, 16
TOULOUSE
—
1961

TOPOGRAPHIE

de

L'Isthme Encéphalique

Chez les Equidés

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548925_0090

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE 1961 N° 14

TOPOGRAPHIE
DE
L'ISTHME ENCEPHALIQUE
CHEZ LES ÉQUIDÉS

THESE

pour le doctorat vétérinaire

(Diplôme d'Etat)

Présentée et soutenue publiquement en Février 1961
devant la
Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

PAR

JEAN-MARIE BLANCOU

Né le 28 Août 1936, à Bangui (A. E. F.)

Président : M. LAZORTHES, Professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse

Assesseurs : M. BLIN, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
M. PUGET, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

---

IMPRIMERIE PARISIENNE
16, Place du Salin, 16
TOULOUSE
—
1961

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

	MM
Directeur	PONS.
Professeur Honoraire	LASSERRE.

PERSONNEL ENSEIGNANT

PROFESSEURS

Physique et Chimie Biologique Pharmacie et Toxicologie Hygiène du Lait	GODFRAIN
Anatomie descriptive - Extérieur Anatomie appliquée	BLIN
Physiologie et Thérapeutique Pharmacodynamie	LE BARS
Histologie - Embryologie Anatomie Pathologique Inspection des Viandes	LOMBARD.
Zoologie appliquée - Botanique Parasitologie Externe Parasitologie Interne	BRIZARD.
Pathologie médicale des Equidés et Carnivores Législation Vétérinaire	DARRASPEN.
Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour	TOURNUT.
Technique chirurgicale Pathologie chirurgicale	PUGET
Pathologie de la Reproduction Obstétrique	BERTHELON
Microbiologie - Immunologie Maladies Contagieuses Police sanitaire	SAURAT.
Ethnologie Hygiène Agronomie Alimentation Zootechnie Economie rurale	PONS.

CHEFS DE TRAVAUX

Maladies Contagieuses	LAUTIÉ, Agrégé.
Zootechnie	FALIU, Agrégé
Pathologie Médicale - Législation Vétérinaire	LESCURE, Agrégé.
Anatomie Pathologique	GOULARD.
Pathologie Chirurgicale	CAZIEUX.
Pathologie de la Reproduction	ROYAL.
Chimie	MILHAUD

COURS COMPLEMENTAIRES
CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Radiologie	AUVERGNAT
Droit Vétérinaire	LINON.
Botanique	MORQUER.
Pisciculture	SECONDAT.
Agronomie	BRISEBOIS.
Economie Rurale	MONTANÉ DE LA ROQUE.

ASSISTANT

Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour	LACAZE.

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats (Délibération de la Faculté, en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole. en date du 13 juin 1924).

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A MES PARENTS

A MA FAMILLE

A MES AMIS

A NOTRE PRÉSIDENT DU JURY DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR LAZORTHES

Professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse.

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter la Présidence de cette Thèse.

Hommage respectueux.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR BLIN

Professeur d'Anatomie
A l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Qui nous a guidé dans l'élaboration de cette Thèse. Qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude pour son aide bienveillante.

MONSIEUR LE PROFESSEUR PUGET

Professeur de Chirurgie
A l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Qui a aimablement accepté de faire partie du Jury de notre Thèse.

Hommage respectueux.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR BARONE

Professeur d'Anatomie
A l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.

Qui nous a suggéré ce travail. En témoignage de notre admiration pour ses travaux et la clarté de son enseignement.

A TOUS NOS MAITRES
DE L'ÉCOLE DE TOULOUSE

BUTS - PLAN

L'anatomie topographique de l'encéphale des Equidés ayant déjà fait l'objet de nombreux travaux et même de thèses complètes (J. Plat, « Topographie Cranio-Encéphalique des Solipèdes », 1953), nous avons envisagé ce travail dans le cas le plus particulier de ses applications expérimentales (ex. : destructions électives de certains points de l'isthme).

Après un exposé du matériel de travail et des méthodes d'observation employées, la première partie de cette thèse est consacrée à la topographie de l'isthme proprement dit: topographie endocranienne d'abord (projections sur le plancher cranien), puis topographie exocranienne (projection sur la face basilaire du crâne). Cette topographie repose sur des éléments de volumétrie réunis au seuil de cette première partie.

Dans une seconde partie, nous étudierons à part la topographie vasculaire de l'isthme. Ici encore nous avons surtout essayé de dégager une topographie *pratique*, c'est-à-dire fondée sur des repères ostéologiques constants et caractéristiques.

L'analyse et la confrontation des résultats obtenus constitueront la conclusion de cette thèse.

MATÉRIEL - MOYENS D'ÉTUDES

Matériel

Nos observations, réparties sur deux ans, se rapportent à un matériel varié. En effet, sur dix-sept observations, quatre portaient sur des chevaux de sang (dont deux juments), dix sur des chevaux de trait (dont quatre juments), deux sur des mulets et une sur un poney.

Trois des sujets n'avaient pas dépassé deux ans (on pouvait nettement observer, sur la face basilaire des trois crânes, les cartilages de conjugaison sphéno-basilaire, non encore ossifiés). Quatre des sujets étaient hors d'âge.

Toutes les têtes étudiées provenaient d'animaux de dissection dont le système artériel avait été injecté d'une suspension de plâtre coloré. L'examen fut réalisé le plus souvent après un séjour des pièces dans une solution formolée à 10 %.

***

Moyens d'étude
pour la topographie exocranienne

Observation directe

Toutes les têtes ont été préparées selon le même procédé :

I. Relevé des mensurations et de l'âge.

II. Séparation du crâne de sa face, après ablation de la mâchoire inférieure, par un trait de scie joignant les deux orbites.

III. Toilette complète du crâne par enlèvement de la peau, des muscles, des insertions tendineuses. Les os furent soigneusement ruginés.

IV. Le crâne étant posé à plat sur l'os frontal, réalisation, à l'échelle, d'un dessin de la face inférieure du crâne en projection orthogonale. Les dimensions rapportées ont toujours été vérifiées et relevées suivant différents axes.

V. Tracé, dans l'épaisseur de l'apophyse basilaire de l'occipital et du sphénoïde, de six traits de scie segmentaux et d'un trait de scie sagittal menés de la façon suivante (fig. I) :

Le *premier* trait de scie segmental passe par un axe tangent à l'ellipse que forme la suture du sphénoïde avec le vomer (délimitant la base du volet I), le *second* emprunte

l'axe des conduits ptérygoïdiens (délimitant le volet I), le *troisième* coïncide avec l'axe des bords postérieurs des condyles temporaux (délimitant le volet II), le *quatrième* et le *cinquième* passent respectivement par les deux apophyses sus-condylienne et hyoïdienne (délimitant les volets III et IV) et le *sixième*, enfin, joint les extrémités antérieures des condyles occipitaux (délimitant le volet V).

Le trait sagittal réunit, lui, l'échancrure intercondylienne au sixième trait segmental (délimitant un côté du volet VI C).

VI. Les six volets osseux ainsi réalisés peuvent se détacher très facilement du crâne et découvrent la face inférieure de l'isthme. A l'aide d'un rogne-pied les régions osseuses plus fragiles qui subsistent sont soulevées dans l'ordre suivant : condyles occipitaux et apophyses styloïdes (achevant de délimiter le volet VI C), puis la portion tubéreuse du temporal (délimitant le volet VI B), enfin squamosal (délimitant le volet VI A). On découvre ainsi progressivement la face latérale de l'isthme.

Cette découverte de l'isthme se fait méthodiquement, les centres nerveux et les éléments vasculaires sous-jacents à chacun des volets osseux étant tour à tour libérés de leurs attaches méningées, mesurés et reportés à leur échelle sur le dessin du crâne. Au cours du travail, les dimensions des deux dessins sont vérifiées et comparées.

Le cerveau tout entier est ensuite extrait des restes de la boîte cranienne et mesuré. Ces dimensions excèdent toujours, dans tous les axes, celles de la boîte cranienne correspondante : en aucun cas le tracé de l'isthme ne peut se superposer au tracé de la cavité qui l'abritait.

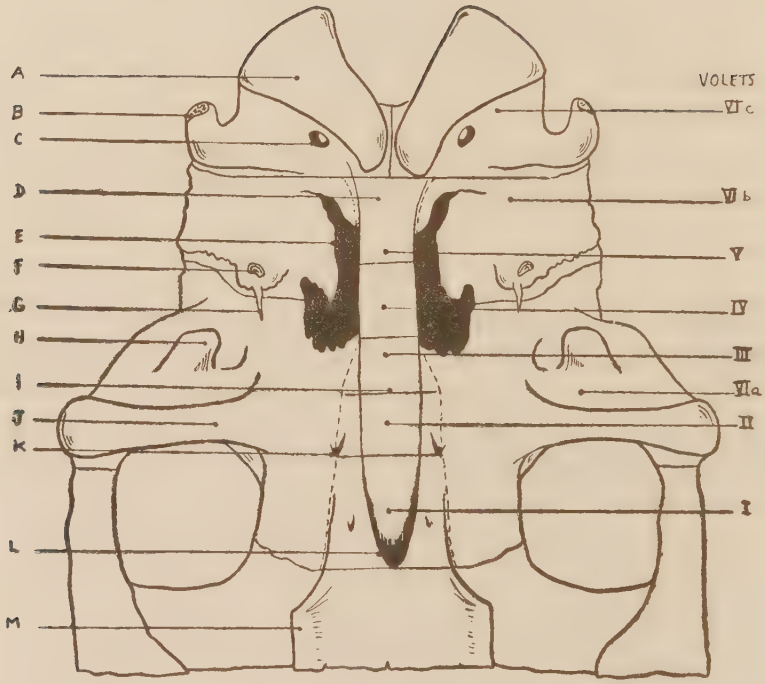

FIG. I.

Ouverture du crâne par sa face basilaire (par volets successifs).

FIG. I. — *Méthode d'ouverture du crâne par sa face basilaire*

A. Condyle de l'occipital.

B. Apophyse styloïde.

C. Trou condylien.

D. Apophyse basilaire de l'occipital.

E. Trou déchiré.

F. Apophyse hyoïdienne.

G. Apophyse subuliforme.

H. Eminence sus-condylienne.

I. Corps du sphénoïde.

J. Condyle du temporal.

K. Orifice du conduit sous-sphénoïdal.

L. Suture sphénoïdo-vomérienne.

M. Apophyse ptérygoïde.

Il était donc, en place, comprimé par les milieux méningés. (Toutefois l'imbibition par l'eau formolée accentue peut-être cette disproportion.) Les mensurations rapportées plus loin ayant été effectuées sur l'isthme en place (comprimé par les ailes temporales du sphénoïde et par les temporaux) ne peuvent être comparées à des dimensions sur l'isthme isolé.

Observations complémentaires

Elles ne constituent qu'un appoint à l'observation directe.

Elles ont été faites surtout à l'aide de *photographies* qui nous ont servi de documents témoins pour dessiner de façon précise la face inférieure du crâne, par simple projection lumineuse du négatif sur la planche à dessin (grâce à un agrandisseur de cliché 24 × 36 mm).

Dans un cas nous avons pris une série de clichés (à une distance fixe) correspondant aux différents stades d'ouverture du crâne : les dessins réalisés par projection de ces négatifs sont alors rigoureusement à l'échelle. Mais la méthode est trop délicate (instabilité du crâne, éclairage difficile à régler et mise au point en profondeur de champ très réduite) et trop coûteuse pour être généralisée à toutes les observations.

Nous avons également essayé de tirer parti de *radiographies vasculaires*. Mais ce procédé, réalisable pour les crânes de plus petits animaux, l'est très difficilement pour les crânes de chevaux, mal pénétrés par les rayons. Le système veineux injecté avec des substances radio-

opaques (« Vasurix ») (1), ne donne qu'une image confuse masquée par un contour très flou des os du crâne. Ces radiographies sont trop difficiles à lire pour qu'on puisse en tirer des rapports topographiques précis.

Vérifications

Les observations n^{os} 10, 11, 12 et 13 ont été faites après introduction de pointes d'acier dans les zones de projection et à la profondeur prévue par les résultats d'observations précédentes. L'ouverture ultérieure a toujours vérifié ces prévisions, dans les limites de précision que nous définirons plus loin.

Moyens d'étude

Pour la topographie endocranienne

L'étude de trois crânes (observations n^{os} 3, 6 et 17) ouverts suivant l'axe sagittal par un trait de scie continu a complété les observations faites par ouverture des autres crânes en face inférieure.

---

(1) Le *Vasurix* est une substance radio-opaque fabriquée par les Laboratoires A. Guerbet. C'est l'acétylamino-3 - triodo 2.4.6. Benzoate de N. méthylglucamine. Nous l'utilisons après mélange à parties égales avec du plâtre et addition de 5 % de bleu de méthylène.

TOPOGRAPHIE DE L'ISTHME

Morphologie de l'isthme - Régions superficielles (Fig. III)

Bulbe rachidien (4, fig. III)

Une fois extrait du trou condylien, le bulbe présente, du collet à l'extrémité antérieure, une forme régulièrement tronconique. Mais, examiné en place, sa morphologie n'est pas constante (voir, plus loin, les dimensions comparées). Il est toujours légèrement aplati de haut en bas.

Pour obtenir le volume moyen du bulbe nous avons relevé ses différentes *dimensions* : largeur (à différents niveaux), longueur, épaisseur.

Pour la *largeur*, nous avons effectué trois mesures différentes :

1. Au niveau de la coudure basilaire de l'occipital (en regard du collet) la largeur est en moyenne de 23 mm (extrêmes de 28 mm et 21 mm).

2. Au niveau de l'échancrure intercondylienne (en regard de l'émergence du nerf grand hypoglosse) la

largeur moyenne est de 26 mm (extrêmes de 31 mm et 23 mm).

3. Au niveau des apophyses hyoïdiennes (en regard du corps trapézoïde) la largeur moyenne est de 34 mm (extrêmes de 45 mm et 34 mm).

Pour la *longueur*, nous avons mesuré celle de la portion du bulbe qui se projette de la coudure basilaire de l'occipital à l'axe des apophyses hyoïdiennes. C'est la longueur moyenne du bulbe (du collet au corps trapézoïde). Elle est de 73 mm (extrêmes de 83 mm et 55 mm).

Pour *l'épaisseur*, nous avons effectué trois mesures, prises aux mêmes niveaux que la largeur.

Elle est, en moyenne, de 10 mm en regard du collet, de 15 mm en regard de l'émergence du nerf grand hypoglosse et de 17 mm en regard du corps trapézoïde.

Remarques

— Les chiffres moyens indiqués pour chaque région de l'isthme ne constituent pas une moyenne arithmétique des mensurations recueillies, mais une indication sur la fréquence moyenne. La majorité des observations ayant été faite sur des races de trait, les chiffres moyens se rapportent donc surtout à ces races.

— Les mesures se rapportant à l'épaisseur de l'isthme et ne portant que sur les trois observations endocraniennes sont plus approximatives que les autres.

Afin de mieux préciser les variations morphologiques du bulbe, nous avons étudié les *corrélations* qui existent entre les différentes mensurations effectuées. (Nous ferons de même pour toutes les régions de l'isthme.)

En étudiant les corrélations qui existent entre les *valeurs de la largeur du bulbe aux différents niveaux* nous constatons le plus souvent que la réduction progressive de la largeur donne au bulbe une forme conique régulière. Mais, dans quatre cas, nous avons observé que les dimensions n^{os} 1 et 2 (c'est-à-dire relevées au niveau de la coudure basilaire de l'occipital et de l'échancrure intercondylienne) sont égales : le bulbe est donc cylindrique sur ce trajet. Dans deux cas seulement cette forme persiste jusqu'au corps trapézoïde (les dimensions n^{os} 2 et 3 sont égales). Mais, dans tous les cas, le bulbe, une fois extrait de la boîte cranienne, redevient conique.

Entre la *longueur et la largeur* on n'observe pas de corrélations constantes: ainsi, au niveau du corps trapézoïde, la largeur est le plus souvent égale au tiers de la longueur (26 mm pour 80) ou parfois aux deux tiers (39 mm pour 58) de celle-ci.

La corrélation entre *épaisseur et surface* de la face inférieure du bulbe semble plaider en faveur d'un accroissement de l'épaisseur pour toute augmentation de la surface (mais le nombre des mesures est insuffisant pour établir une certitude).

Nous aborderons ultérieurement (mensurations ostéologiques) les corrélations qui existent *entre les dimensions du bulbe et celles de la boîte cranienne.*

Protubérance annulaire (13, fig. III)

C'est un bourrelet blanc, semi-annulaire, situé dans la partie moyenne de l'isthme. Il est compris entre les pédoncules cérébraux (qu'il surplombe légèrement) en avant et le corps trapézoïde en arrière.

Son volume moyen peut être défini par les quelques *dimensions* que nous en avons relevé :

Sa *largeur* (mesurée entre les points d'émergence des deux nerfs trijumeaux) est en moyenne de 30 mm (extrêmes de 35 mm et 20 mm), sa *longueur* (mesurée de son bord antérieur au corps trapézoïde) de 16 mm (extrêmes de 19 mm et 11 mm) et son *épaisseur* (de la surface inférieure jusqu'au contact du cervelet) de 22 mm.

Existe-t-il des *corrélations* constantes entre ces différentes dimensions ? La comparaison des données de *largeur et de longueur* montre que, le plus souvent, la première est le double de la seconde. Mais il existe parfois de grandes variations, cette largeur représentant le triple (35 mm pour 11 mm) de la longueur ou, au contraire, n'atteignant pas le double (26 mm pour 19 mm).

Entre les *dimensions du bulbe et celles de la protubérance* aucune corrélation n'est constante : un accroissement de *longueur* du bulbe n'entraîne pas une réduction de celle de la protubérance (par contre, dans ce cas, elle est souvent accompagnée d'une réduction de la longueur des pédoncules cérébraux : voir plus bas). Entre les mesures de largeur de ces deux régions de l'isthme les écarts sont moindres, bien qu'on observe parfois une disproportion évidente : protubérance très étroite précédée par un bulbe à très large base (22 mm pour 40 mm).

Les corrélations avec les dimensions craniennes seront envisagées plus loin.

Pédoncules cérébraux (16, fig. III)

Ils apparaissent sous le bord antérieur de la protubérance annulaire. Ces deux gros cordons blancs, séparés par un sillon interpédonculaire médian, sont légèrement divergents vers l'avant; ils disparaissent latéralement sous les lobules piriformes et, antérieurement, sous l'hypophyse : toutes les *dimensions* que nous avons relevées le sont dans ces limites. Nous avons mesuré la *largeur* des pédoncules à mi-distance entre le bord antérieur de la protubérance et le bord postérieur de l'hypophyse: elle est, en moyenne, de 33 mm (extrêmes de 37 mm et 22 mm). La *longueur* moyenne de la portion située entre la protubérance et le chiasma optique est de 36 mm (extrêmes de 50 et 30 mm). L'*épaisseur* des pédoncules, mesurée verticalement, de leur face inférieure jusqu'au contact des tubercules quadrijumeaux postérieurs, est de 20 mm environ.

Nous n'avons noté aucune *corrélation* entre la *longueur et la largeur* des pédoncules (la largeur est relativement moins variable que la longueur). Par contre, quand la *longueur du bulbe et celle de la protubérance* sont exagérées par rapport à la moyenne, il existe, semble-t-il, une réduction de la longueur des pédoncules. Mais dans certains cas l'augmentation de la longueur du bulbe est compensée par la réduction de celle de la protubérance : les pédoncules sont alors de dimensions normales.

Les corrélations entre dimensions *pédonculaires et craniennes* sont envisagées plus loin.

Hypophyse (18, fig. III)

Masse ovoïde irrégulière, l'hypophyse est logée dans la selle turcique du sphénoïde à laquelle elle adhère par des tractus méningés. Ses *dimensions* sont très variables, sans rapport avec la taille du crâne.

La *largeur* moyenne est de 15 mm (extrêmes de 19 mm à 12 mm) et la *longueur* de 20 mm (extrêmes de 25 mm et 15 mm).

L'*épaisseur* moyenne de la glande, relevée au niveau de son attache sur la tige pituitaire, est de 5 mm.

Longueur et largeur de l'hypophyse ne sont pas en *corrélation* directe : la glande peut affecter les formes les plus variées, tantôt presque circulaire, tantôt très elliptique, très allongée. Mais sur deux isthmes de volumes égaux, par ailleurs, on note souvent une relation entre la taille de la glande et l'angle formé par les branches postérieures du chiasma (toujours tangent à l'hypophyse). Ainsi, pour une hypophyse de 15 × 13 mm l'angle était de 60°, pour une autre de 23 × 18 mm il était de 90°.

Pour les corrélations avec les dimensions craniennes, voir ci-dessous.

Morphologie de l'isthme : Régions profondes

Ces régions n'étant pas immédiatement en rapport avec la base du crâne, ne peuvent être étudiées que par une dissection ultérieure ou par des coupes longitudinales. Nous n'avons donc pas recueilli assez de mensurations pour en donner une volumétrie moyenne exacte.

Voici quelques dimensions relevées sur les coupes longitudinales :

Le *tubercule mamillaire* est situé en arrière de la tige pituitaire, plus ou moins recouvert par l'hypophyse. (Cette dernière, en projection, se développe en effet, tantôt en avant, tantôt en arrière de sa tige pituitaire).

En projection orthogonale sur la face basilaire du crâne, la distance de la surface au tubercule mamillaire est de 30 mm environ.

Pour les *tubercules quadrijumeaux* elle est de 59 mm (os: 23 mm, centres nerveux: 20 mm, méninges: 16 mm).

Pour l'*épiphyse* elle est de 68 mm et pour les *couches optiques* de 45 mm environ.

Morphologie de l'isthme et émergences nerveuses

Nerf grand hypoglosse, XII^e^ paire (3, fig. III)

Il est formé par l'union de plusieurs racines convergeant plus ou moins rapidement en un seul faisceau. Si les deux racines extrêmes sont, en moyenne, situées à 10 mm l'une de l'autre, elles peuvent parfois être distantes de 20 mm (sur deux isthmes identiques par ailleurs).

A son émergence sur la face ventrale du bulbe, le faisceau nerveux est situé à environ 7 mm du plan sagittal. Mais dans certains cas il en est beaucoup plus rapproché (3 mm). Enfin, la distance séparant la racine la plus antérieure de la base du bulbe est très variable également (elle est cependant le plus souvent de 30 mm au contact du corps trapézoïde).

Nerf spinal, XI^e paire (6, fig. III)

Les racines bulbaires, unies aux racines médullaires (qui suivent la face latérale du bulbe où elles sont très visibles) émergent prés du nerf pneumogastrique et du nerf glossopharyngien auxquels elles sont réunies par des prolongements méningés. En moyenne, la distance qui sépare les deux nerfs spinaux droit et gauche sur la face ventrale du bulbe est de 28 mm (maximum 35 mm. minimum 18 mm). Ces fibres naissent sur la face inférieure du bulbe, parfois à la limite des faces latérales. toujours nettement en avant des racines de la XII^e paire.

Nerf pneumogastrique, X^e paire (7, fig. III)

Les fibres naissent légèrement plus en avant et sont un peu plus éloignées du plan sagittal que celles du nerf spinal et sont adhérentes à celles-ci par des tractus pie-mériens. La distance moyenne unissant les racines droite et gauche est sensiblement la même que celle du nerf spinal, soit 19 mm.

Nerf glosso-pharyngien, IX^e paire (8, fig. III)

Son origine apparente se situe légèrement plus avant et plus latéralement que celle du nerf pneumogastrique : l'écart entre les racines de la X^e et IX^e paires (4 mm) est supérieur à l'écart observé (2 mm) entre celles de la XI^e et X^e paires, et, d'autre part, les faisceaux droits et gauches glosso-pharyngiens sont plus écartés les uns des autres (21 mm) que ceux de la paire précédente.

Nerf oculomoteur externe, VI^e paire (12, fig. III)

Il est formé par une seule racine apparente, nettement isolée. C'est un mince cordon nerveux, aplati, de 1 mm environ, qui émerge sur la face inférieure du bulbe, en arrière du corps trapézoïde, de part et d'autre des pyramides bulbaires. La distance qui sépare ses deux racines droite et gauche est donc mesurée par la largeur de ces pyramides, soit en moyenne 11 mm.

Nerf acoustique, VIII^e paire (9, fig. III)

Il émerge isolément sur la face ventrale du bulbe. Il a une largeur de 1 à 2 mm, et se distingue facilement du nerf facial (plus volumineux) qui naît plus latéralement. La distance qui sépare ses racines est mesurée par la largeur du corps trapézoïde à ce niveau (34 mm), car il émerge sur les bords de l'isthme.

Nerf facial, VII^e paire (10, fig. III)

Assez développé (3 à 4 mm de large), il apparaît sur le corps trapézoïde à côté du nerf acoustique, auquel il est accolé au départ par quelques-unes de ses fibres. Les deux racines sont séparées par une distance moyenne de 30 mm.

Nerf trijumeau, V^e paire (14, fig. III)

Il est formé par un faisceau de fibres étroitement accolées, qui émerge des parties latérales de la protubé-

rance annulaire, auxquelles il adhère intimement. Les fibres qui constituent le nerf maxillaire supérieur prennent une direction perpendiculaire à la protubérance pour s'engager dans la gouttière maxillaire. Au point d'émergence, le trijumeau est très volumineux et mesure de 5 à 9 mm d'épaisseur. La distance qui sépare ses racines est fonction de la largeur de la protubérance annulaire; elle est de 45 mm de moyenne.

Pendant le trajet dans la gouttière maxillaire, l'écartement des deux faisceaux reste généralement le même qu'au point d'émergence, mais dans certains cas il diminue: les deux nerfs maxillaires se rapprochent alors l'un de l'autre de 8 à 10 mm, ce rapprochement étant maximum au niveau de leur trajet juxta-hypophysaire.

Nerf pathétique, IV^e paire (15, fig. III)

C'est un mince cordon nerveux, de 1 mm environ, qui émerge de la protubérance en même temps que le trijumeau et s'accole étroitement à ce dernier.

Nerf oculomoteur commun, III^e paire (12, fig. III)

Mince et aplati, il naît sur les faces internes des pédoncules cérébraux, généralement à mi-distance entre le bord antérieur de la protubérance (à 10 mm) et le bord postérieur de l'hypophyse. Mais son origine apparente peut se faire à une plus grande distance de la protubérance (15 mm); elle peut même être masquée par l'hypophyse. Toutefois, dans ce dernier cas, ce rapport particulier semble dû à un développement exagéré de la glande, le nerf émergeant en position normale

(c'est-à-dire au quart de la distance protubérance-chiasma optique). Le nerf peut enfin émerger très près de la protubérance (au maximum à 3 mm), au dixième de cette même distance.

Nerfs optiques, II^e paire (20, fig. III)

Ils émergent entre les pédoncules cérébraux et les nerfs maxillaires supérieurs (au point où ceux-ci croisent les lobules piriformes). Ils mêlent leurs fibres au niveau du chiasma, puis divergent en direction des racines olfactives: ces deux branches antérieures du chiasma forment un angle de divergence égal, le plus souvent, à l'angle de convergence des deux branches postérieures vers le chiasma. Dans certains cas, cependant, ces deux angles sont très différents (parfois de 30°), différence due, semble-t-il, aux rapports contractés par les nerfs avec le reste de l'isthme (hypophyse en particulier).

L'épaisseur moyenne des nerfs optiques reste constante : elle est de 5 mm environ (au maximum 7 mm, au minimum 3 mm). La distance séparant le chiasma du bord antérieur de la protubérance est, en moyenne, de 38 mm (extrêmes: 48 et 33 mm).

L'angle de divergence des deux branches antérieures du chiasma optique est en moyenne de 80° (avec des variations très importantes; extrêmes: 107° et 45°).

PROJECTION ENDOCRANIENNE

Bulbe rachidien

Il s'engage dans la cavité cranienne au niveau du trou occipital. Le plafond de cette cavité commence avec la courbure supérieure du trou condylien, son plancher se constitue à 15 ou 20 mm plus en arrière, en regard de l'échancrure intercondylienne. A partir de cette échancrure, le bulbe est entièrement enserré dans un conduit osseux de 25 à 30 mm de long sur 20 mm de haut. Ce conduit s'élargit dans la cavité cérébelleuse à 20 mm environ de l'échancrure intercondylienne et se raccorde à la gouttière basilaire de l'occipital. A ce niveau le nerf grand hypoglosse gagne le trou condylien, situé un peu en dessous de son émergence apparente. Le bulbe repose ensuite sur la face inférieure de la gouttière basilaire avec laquelle il a des rapports plus ou moins constants : Ces IX^{e}, X^{e} et XI^{e} paires craniennes émergent donc à des niveaux très variables. Ces trois nerfs abordent ensuite le trou déchiré antérieur situé plus en avant. La base du corps trapézoïde repose sur la gouttière basilaire à des niveaux très variables, également, de 1 à 5 mm. Le bulbe est ainsi plus ou moins engagé dans la gouttière, en corrélation avec le développement de la protubérance.

Protubérance annulaire

Elle repose tout entière sur la gouttière basilaire dont la convexité supérieure se déprime légèrement pour la recevoir. Suivant les crânes, la dépression se trouve à des niveaux très variables (4 à 5 mm) de la synostose sphéno-occipitale.

La VII[e] et la VIII[e] paires se détachent à ce niveau vers la portion tubéreuse du temporal : la VII[e] gagne directement le trou stylo-mastoïdien, la VI[e] suit la gouttière basilaire, la V[e] (nerf maxillaire supérieur) et la IV[e] s'engagent dans la gouttière maxillaire.

Pédoncules cérébraux

Ils sont en contact, par leur face inférieure, avec le corps du basi-sphénoïde et sa suture avec le basi-occipital. Le nerf oculomoteur commun se détache au niveau de cette suture.

Hypophyse

Elle est logée dans le corps du sphénoïde postérieur (« basi-sphénoïde ») ; celui-ci est creusé à ce niveau par la fosse pituitaire (selle turcique) dont les dimensions sont variables (sans aucun rapport du reste avec la taille du sphénoïde) et dont la position même est variable par rapport à la suture sphéno-occipitale. Les gouttières caverneuses bordent latéralement la glande, laquelle est parfois recouverte à son extrémité antérieure par une lamelle osseuse, expansion des sinus sphéno-palatins.

Chiasma optique

Il repose entièrement sur cette lamelle osseuse qui s'effondre facilement dans la cavité sinusale; celle-ci est peu profonde à ce niveau et ne sépare que de 3 à 4 mm l'hypophyse du plancher sphénoïdal. Les nerfs optiques issus du chiasma s'engagent dans les fossettes optiques situées plus en avant, légèrement en surplomb.

MORPHOLOGIE BASILAIRE EXOCRANIENNE

Occipital

Condyles occipitaux

Aucun condyle, vu par sa face inférieure, n'a la même forme. Aux variations morphologiques de détail (forme de la courbure inférieure, rayon de la courbure supérieure) s'ajoutent, pour des crânes identiques par ailleurs, des différences très importantes de longueur et de largeur. Le condyle « normal » (inscriptible dans un carré) a, selon l'axe sagittal et l'axe transversal, des dimensions respectives de 40 et 40 mm. Mais, pour certains crânes, ces dimensions peuvent être de 50 et 38 mm ou de 32 et 38 mm...

Echancrure intercondylienne

Sa largeur varie de 6 à 10 mm et sa longueur de 5 à 25 mm.

Le trou condylien est donc plus ou moins vaste et le bulbe plus ou moins dégagé selon l'âge, la race et les individus. (Remarque valable pour deux crânes identiques par ailleurs.)

Apophyses styloïdes

Elles sont situées à des niveaux très variables par rapport à la convexité postérieure des condyles occipitaux (de 23 à 38 mm sur deux crânes semblables par ailleurs) : leurs extrémités sont plus ou moins recourbées vers l'avant et, selon la valeur de l'échancrure intercondylienne, plus ou moins divergentes latéralement.

La distance séparant leurs deux extrémités est donc très approximativement de 100 mm.

Basi-occipital

Sa largeur est très variable: l'écart peut atteindre de 10 à 15 mm sur des sujets de même taille et de même âge (l'écartement des trous déchirés varie donc d'autant). En moyenne elle est de 25 mm. La suture du basi-sphénoïde et du basi-occipital est signalée par une éminence osseuse, le tubercule musculaire (*tuberculum musculare*), située à 80 mm environ des convexités postérieures des condyles.

TEMPORAL

Apophyses hyoïdiennes

La distance qui les sépare est très variable et proportionnelle en gros à la largeur du crâne. Elle est en moyenne de 83 mm. Les apophyses sont situées à un niveau moyen de 73 mm de la convexité postérieure des condyles. Mais on observe là des variations énormes,

l'apophyse semblant très mobile par rapport aux autres repères osseux.

Apophyse subuliforme

Sa base se situe à environ 10 mm en avant de l'apophyse hyoïdienne. Son extrémité, très fragile, se recourbe légèrement vers l'avant.

Eminences sus-condyliennes (post-glénoïdiennes)

De forme individuelle très variable, ces éminences ont un écartement moyen de 105 mm. Elles sont situées en moyenne à 75 mm de la convexité postérieure des condyles occipitaux.

Leur situation par rapport aux apophyses hyoïdiennes est très variable, celles-ci étant elles-mêmes de position inconstante. S'il existe une position anormale des éminences (trop antérieures ou trop postérieures), cette position est toujours corrélative d'un déplacement général du squamosal.

Condyles du temporal

De forme et d'orientation différentes selon les crânes, ils ont une épaisseur moyenne, à leur extrémité, de 15 mm. Pour apprécier leur niveau par rapport au reste du crâne, nous considérerons l'axe passant par leur extrémité: cet axe est généralement situé à 110 mm de la convexité postérieure des condyles occipitaux.

Sphénoïde

Suture avec le vomer

Cette suture, en forme d'ellipse caractéristique, se situe à 140 mm environ de la convexité postérieure des condyles occipitaux. Cette position, relativement constante, nous servira utilement de repère (elle correspond au milieu d'un segment tangent à la courbure antérieure des fosses temporales).

Apophyses ptérygoïdiennes

Elles bordent le corps du sphénoïde, écartées en moyenne de 60 mm; elles sont situées à 45 mm environ de l'axe des condyles temporaux.

COMPARAISON ENTRE LES DEUX RELIEFS ENDO- ET EXOCRANIENS

ÉTUDE CRITIQUE DES MENSURATIONS EFFECTUÉES

Les empreintes endocraniennes les plus caractéristiques ne correspondent jamais exactement au relief osseux de la face basilaire externe du même crâne.

Sans tenir compte des repères latéraux pris sur les exo-occipitaux, l'os pétreux et le squamosal, qui procèdent de noyaux d'ossification différents, les projections par rapport à la face externe du basi-occipital et du sphénoïde antérieur et postérieur eux-mêmes (qui répondent à trois noyaux d'ossification indépendants et bien déterminés) ne coïncident pas toujours. C'est ainsi que la selle turcique est tantôt située dans le tiers moyen, tantôt dans le tiers antérieur du sphénoïde. Il en est de même pour les limites du trou déchiré par rapport à la synostose sphéno-basilaire occipitale, pour la dépression qui abrite la protubérance annulaire (fosse pontique) par rapport à la convexité supérieure des condyles occipitaux et pour la fossette optique par rapport à la suture du sphénoïde et du vomer: les variations étant donc inévitables, quels que soient les points de référence envisagés, nous préférons utiliser ceux dont le relief est suffisamment important pour être perceptible malgré les

insertions musculaires (ainsi, mieux que la suture sphéno-occipitale qui est invisible sans dissection préalable, nous choisirons les éminences sus-condyliennes toujours visibles au même niveau).

On pourrait penser que le choix de ces points de repère (obligatoirement assez écartés des projections nerveuses sur la face basilaire) joint aux variations morphologiques des différentes régions de l'isthme et des différents os du crâne, entraînerait des écarts considérables d'un crâne à l'autre. En fait, ces causes d'erreurs se compensent la plupart du temps, les variations ne s'additionnant pas mathématiquement : le développement embryonnaire simultané de l'isthme et de la boîte cranienne qui l'abrite ne permet pas d'écarts supérieurs à 8 ou 10 mm entre deux projections exocraniennes.

Toutefois, les projections « moyennes » que nous allons définir ne sont pas exemptes d'écarts individuels. Ceux-ci peuvent n'intéresser que certaines régions bien définies de l'isthme, sont peu importants la plupart du temps. mais ils entraînent une marge d'erreurs de 10 mm environ.

Les éléments nerveux de taille inférieure (émergences nerveuses en particulier) n'offrent pas de projection vérifiable dans *tous* les cas.

PROJECTION EXOCRANIENNE

Hormis la description, pour chaque région de l'isthme, de la zone de projection exocranienne correspondante, nous définissons pour chacune de ces régions des coordonnées de projection plus précises.

L'intérêt de ces coordonnées est :

1° De faciliter la localisation des différentes régions de l'isthme en utilisant des reliefs osseux éloignés, mais constants et visibles même sous les muscles;

2° De réduire au minimum la définition des zones de projection en utilisant toujours les mêmes axes, désignés par les mêmes lettres.

Système de coordonnées (fig. II)

Nous définissons deux axes (sur lesquels se projettent les points sous-jacents de l'isthme) pris sur la surface basilaire externe :

1° L'axe des coordonnées: c'est un axe sagittal, orienté vers l'avant, qui divise le crâne en deux hémi-crânes symétriques;

2° Plusieurs axes des abscisses, orientés vers l'extérieur du crâne, passant par les huit segments définis ci-dessous.

(Remarque : L'avantage d'avoir plusieurs axes des abscisses est de simplifier les rapports et de « compartimenter » les erreurs dues à des variations ostéologiques de détail.)

Les huit segments utilisés comme axe des abscisses (perpendiculaire à l'axe des ordonnées) sont ainsi tracés (fig. II) :

— Le segment A jusqu'au sommet de la convexité postérieure du condyle occipital,

— Le segment B jusqu'à la courbure postérieure de l'apophyse styloïde,

— Le segment C jusqu'à l'extrémité antérieure du condyle occipital,

— Le segment D jusqu'à l'apophyse hyoïdienne,

— Le segment E jusqu'au sommet de l'éminence sus-condylienne,

— Le segment F jusqu'à la base de cette éminence,

— Le segment G jusqu'à l'extrémité du condyle du temporal,

— Le segment H jusqu'au sommet de l'apophyse ptérygoïde.

Utilisation de ces axes

Un point quelconque de l'isthme sera défini par :

1° Sa projection sur un axe des abscisses (exprimée en divisions *relatives* de ce segment, mieux qu'en distances moyennes).

2° Sa projection sur l'axe des ordonnées, également exprimée en divisions relatives de la distance séparant les origines des deux axes d'abscisses qui l'encadrent.

[Exemple: Le point « 1/4 de B sur 1/6 de BC » est situé au quart de la distance B qui unit la courbure postérieure de l'apophyse styloïde à l'axe des ordonnées (soit 13 mm environ) et il est décalé vers l'avant de 2 mm environ (soit le 1/6 de la distance BC. qui est la distance de cette courbure à l'extrémité antérieure du condyle occipital).]

PROJECTIONS DES DIFFÉRENTES RÉGIONS
(fig. III)

Bulbe rachidien

Zone de projection

La projection orthogonale du bulbe sur la face basilaire du crâne intéresse :

1° Les condyles occipitaux : la projection basilaire occupe le tiers de leur convexité inférieure, selon deux lignes légèrement divergentes menées des contours postérieurs du trou occipital;

2° Les fosses condyliennes, dont toute la partie attenante au basi-sphénoïde recouvre le bulbe (la limite de celui-ci se situe sur les marges du trou condylien) :

3° L'apophyse basilaire, dont la face inférieure et les bords latéraux sont tout entiers dans la zone de projection du bulbe, jusqu'au niveau du trou déchiré antérieur (le bord antérieur de ce dernier est au contact du bord antérieur de la protubérance) ;

4° Les trous déchirés: le trou déchiré postérieur limite et déborde légèrement sur les faces latérales du bulbe.

Coordonnées

Afin de « dessiner » de façon précise les contours du bulbe, nous avons réuni trois coordonnées principales :

1° celles d'un point situé à la limite latérale du bulbe, en regard du trou condylien (« 1/5 de B sur origine de AB ») ;

2° celles d'un point situé à la limite latérale du bulbe, en regard du nerf grand hypoglosse (« 1/4 de B sur 1/4 de BC ») ;

3° celles d'un point situé à la limite latérale et antérieure du bulbe, au contact du corps trapézoïde (« 6/10 de D sur 5/6 de CD »).

La *distance* moyenne du bulbe, en projection orthogonale, de la surface osseuse, est de 20 mm.

Protubérance annulaire

Zone de projection

Elle intéresse :

1° L'apophyse basilaire de l'occipital. Celle-ci recouvre entièrement, par sa portion antérieure, le corps de la protubérance, le dépassant même en avant. La limite postérieure de la protubérance se situe à la limite du tiers moyen - tiers antérieur de l'apophyse basilaire de l'occipital ;

2° Le trou déchiré antérieur, qui recouvre les bords de la protubérance et les émergences des trijumeaux.

Coordonnées

Les contours de la protubérance sont délimités par trois points principaux : le premier situé à la limite postérieure de la protubérance, en regard du trou borgne de Vicq d'Azyr (« origine de D »), le second situé à sa limite antérieure (« origine de E ») et le troisième marquant sa limite latérale au bord externe des trijumeaux (« 5/10 de E sur 1/2 de DE »).

La *distance* moyenne de la protubérance, en projection orthogonale sur la surface basilaire, est de 21 mm.

Pédoncules cérébraux

Zone de projection

Elle intéresse :

1° L'apophyse basilaire de l'occipital, qui, par son extrémité antérieure, recouvre l'union de la protubérance et des pédoncules (et la portion postérieure de ceux-ci) ;

2° La suture du basi-sphénoïde et du basi-occipital qui se situe à l'union du tiers postérieur et du tiers moyen des pédoncules cérébraux ;

3° Le basi-sphénoïde, qui recouvre les pédoncules jusqu'à leur contact avec l'hypophyse.

Coordonnées

Les trois limites des pédoncules sont définies par les coordonnées suivantes : « origine de F » pour leur limite

antérieure (c'est-à-dire le bord postérieur de l'hypophyse), « origine de E » pour leur limite postérieure (c'est-à-dire bord antérieur de la protubérance) et enfin « 1/3 de F sur origine de FG » pour la limite latérale (confondue avec les bords internes des nerfs trijumeaux).

La *distance* la plus courte des pédoncules à la surface basilaire externe du crâne est de 35 mm.

Hypophyse

Zone de projection

Elle intéresse uniquement le basi-sphénoïde qui recouvre entièrement la glande. Les limites latérales de la selle turcique, en projection, ne débordent jamais au delà de deux parallèles menées le long des trous vidiens.

Coordonnées

Les coordonnées du bord antérieur de l'hypophyse sont « origine de G », celles de son bord postérieur (c'est-à-dire la limite antérieure des pédoncules) sont « origine de F » et celles de ses bords latéraux sont « 1/7 de F sur 1/2 de FG »).

La *distance* en projection orthogonale de l'hypophyse sur la surface basilaire externe est de 20 mm.

PROJECTION
DES POINTS D'ÉMERGENCE NERVEUSE

Les points d'émergence des onze nerfs craniens de l'isthme ayant été définis par rapport aux différentes régions de l'isthme, nous ne reviendrons pas sur leur zone de projection. Nous précisons simplement, pour chaque os, les coordonnées des points d'émergence ordinaire.

Sous les condyles occipitaux, le seul point d'émergence est celui du *nerf grand hypoglosse* (XII^e^ paire) qui est défini par les coordonnées « 1 8 de B sur 1 4 de BC ». En projection orthogonale, il est situé à 21 mm environ de la surface osseuse externe.

Sous l'apophyse basilaire de l'occipital émergent quatre paires craniennes :

1° La XI^e^ paire (nerf spinal) dont les coordonnées sont celles des limites latérales du bulbe pour sa racine médullaire et « 4/10 de D sur 1 6 de CD » pour sa racine bulbaire, la plus antérieure. Elle est située à 19 mm de la surface osseuse, en projection directe.

2° La X^e^ paire (nerf pneumogastrique) dont les coordonnées d'émergence sont « 4 10 de D sur 2 6 de CD » et la distance à la surface osseuse 19 mm.

3° La IX^e^ paire (nerf glosso-pharyngien) dont les coordonnées sont « 5/10 de D sur 3 6 de CD » et la distance à la surface osseuse 18 mm.

4° La VI[e] paire (nerf oculomoteur externe) dont les coordonnées sont « 1/7 de D sur 3/4 de CD » et la distance à la surface de l'os 25 mm.

Sous le sphénoïde émergent les six dernières paires craniennes :

1° La VII[e] paire (nerf facial) dont les coordonnées sont « 6/10 de D sur origine de DE » et la distance à la surface osseuse 25 mm.

2° La VIII[e] paire (nerf acoustique) dont les coordonnées sont « 6/10 de D sur origine de DE » et la distance à la surface osseuse 25 mm.

3° La V[e] (et la IV[e]) paires, c'est-à-dire les nerfs, accolés, trijumeau et pathétique, dont les coordonnées sont, à leur émergence commune, « 6/10 de D sur milieu de DE » et, pour le trijumeau au contact de l'hypophyse, « 2/7 de F sur milieu de FG ». Ils sont situés à 20 mm en projection orthogonale, de la surface de l'os.

4° La III[e] paire (nerf oculomoteur commun) dont les coordonnées sont « 1/10 de E sur milieu de EF » et la distance à la surface osseuse 35 mm.

5° La II[e] paire (nerfs optiques) pour laquelle nous relevons trois coordonnées principales : celle du centre du chiasma (« origine de G sur 1/5 de GH »), celle des branches postérieures du chiasma à leur contact avec le nerf trijumeau (« 3/7 de F sur milieu de FG »), enfin celle des branches antérieures du chiasma, à leur contact avec le trijumeau également (« 1/2 de H sur 2/3 de GH »).

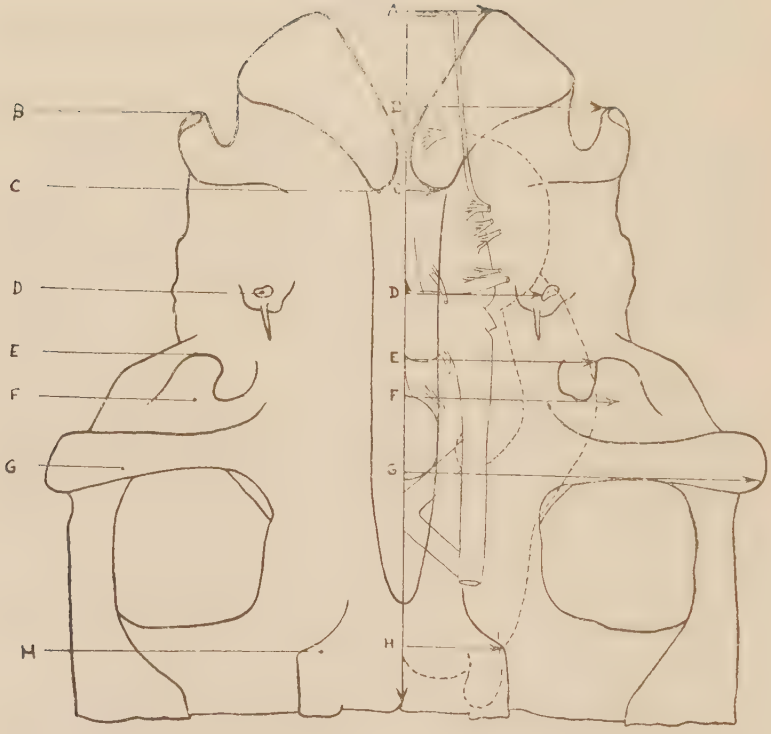

Fig. II.

Système de coordonnées.
Axes des abscisses = A - B - C - D - E - F - G - H.
Axe des ordonnées = A - H.

Fig. II. — *Système de coordonnées*

Axes des abscisses : A, B, C, D, E, F, G, H.

Axes des ordonnées : A, H.

A. Convexité postérieure du condyle occipital.

B. Bord postérieur de l'apophyse styloïde.

C. Convexité antérieure du condyle occipital.

D. Apophyse hyoïdienne.

E. Sommet de l'éminence sus-condylienne.

F. Base de l'éminence sus-condylienne.

G. Bord antérieur du condyle du temporal.

H. Apophyse ptérygoïde (Sommet).

TOPOGRAPHIE VASCULAIRE DE L'ISTHME

Système artériel

Distribution générale

Assurée principalement par l'apport des deux carotides internes et des deux artères cérébro-spinales, l'irrigation artérielle de l'encéphale est relativement facile à reconnaître après l'injection au plâtre coloré.

L'irrigation de l'isthme lui-même est assurée surtout par les branches collatérales du tronc basilaire (alimenté par les deux cérébro-spinales). Le tronc basilaire abandonne en effet dans son trajet antérieur les artères bulbaires (et cérébelleuses postérieures), protubérantielles (et cérébelleuses antérieures) et les artères pédonculaires.

Secondairement, la vascularisation de l'isthme procède de quelques ramifications issues des branches terminales du polygone de Willis (ce dernier étant alimenté principalement par les deux branches communicantes des carotides internes). Il faut cependant noter que, si le polygone de Willis n'irrigue pas directement l'isthme, il contracte cependant des rapports étroits avec lui au niveau des pédoncules cérébraux, de l'hypophyse et des nerfs optiques.

Topographie endocranienne
(fig. IV)

Etudions successivement la topographie du tronc basilaire (puis celle de ses branches collatérales), celle du polygone de Willis (puis celle de ses branches de distribution).

Le tronc basilaire (5, fig. IV)

Rappelons brièvement *sa formation et son trajet :* chaque artère cérébro-spinale se divise en deux branches, antérieure et postérieure: les deux branches antérieures (fig. IV) se réunissent pour former le tronc basilaire, le confluent de ces deux branches se produisant à des niveaux très différents selon les sujets (c'est ainsi qu'on observe des variations de 30 mm d'un crâne à l'autre, le confluent se situant tantôt au niveau de la IX^{e} paire, tantôt en arrière de la XII^{e}).

D'autre part, les deux branches antérieures confluent selon des angles très variables également, le plus souvent à angle aigu, mais parfois perpendiculairement : toutes ces variations interdisent donc une topographie précise du confluent.

Notons enfin que l'anastomose des deux artères cérébro-spinales (avant la formation du tronc basilaire) est parfois très réduite ou inexistante.

Le tronc basilaire ainsi constitué rampe en direction des pédoncules cérébraux, à peu près suivant l'axe de l'isthme. Au niveau des pédoncules cérébraux, le tronc

basilaire s'anastomose avec les artères communicantes postérieures (anastomose aberrante, réalisée aussi bien au contact de la protubérance qu'au niveau de l'hypophyse).

Signalons que l'anastomose issue du tronc basilaire à destination de la carotide interne n'est pas toujours très développée et parfois unilatérale.

Envisageons maintenant les *rapports* du tronc basilaire avec les régions qu'il traverse :

Ses deux racines (branches cérébro-spinales) franchissent la dure-mère au niveau du collet du bulbe rachidien. Le tronc basilaire, une fois constitué, est alors en contact avec le bulbe et la face interne de l'échancrure intercondylienne. Dans le reste de son trajet il est en rapport, à travers les méninges, avec le sillon bulbaire d'une part et la gouttière basilaire de l'autre, puis avec le sillon médian de la protubérance annulaire et la portion terminale de la gouttière basilaire, enfin avec les pédoncules cérébraux d'une part, le basi-sphénoïde et sa suture avec le basi-sphénoïde d'autre part.

Les branches collatérales du tronc basilaire

Le tronc basilaire envoie au cours de son trajet cinq branches principales à destination du bulbe, du cervelet, de la protubérance annulaire et des pédoncules cérébraux. Nous allons les étudier successivement :

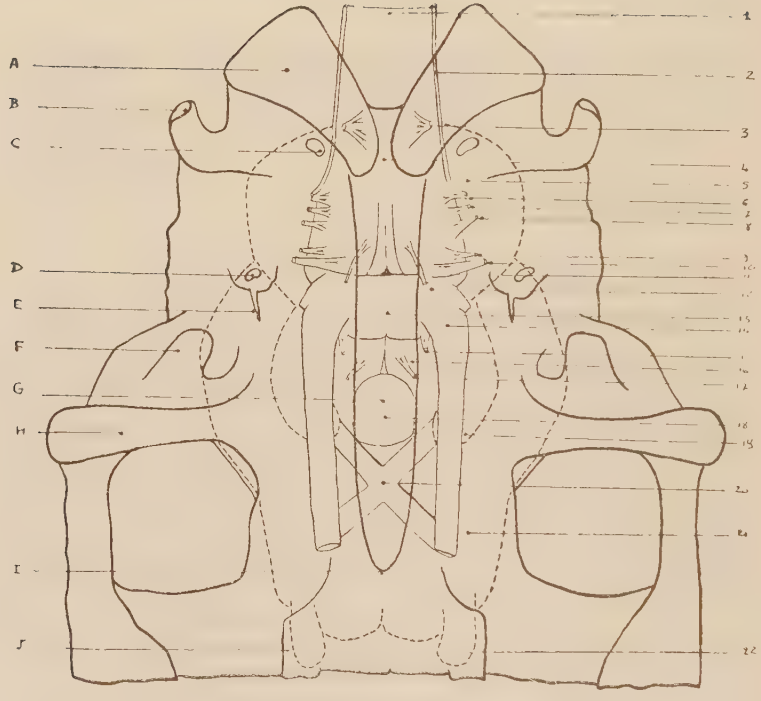

Fig. III.

Projection orthogonale de l'isthme encéphalique
sur la face basilaire du crâne.

FIG. III. — *Projection orthogonale de l'isthme encéphalique sur la face basilaire du crâne*

A. Condyle de l'occipital.
B. Apophyse styloïde.
C. Trou condylien.
D. Apophyse hyoïdienne.
E. Apophyse subuliforme.
F. Eminence sus-condylienne.
G. Corps du sphénoïde.
H. Condyle du temporal.
I. Suture sphénoïdo-vomérienne.
J. Apophyse ptérygoïde.

1. Collet du bulbe.
2. Racine médullaire du spinal.
3. Nerf grand hypoglosse.
4. Bulbe rachidien.
5. Cervelet.
6. Racine bulbaire du spinal.
7. Nerf pneumogastrique.
8. Nerf glosso-pharyngien.
9. Nerf acoustique.
10. Nerf facial.
11. Pyramides bulbaires et trou borgne de Vicq d'Azyr.
12. Nerf oculomoteur externe.
13. Protubérance annulaire.
14. Racine du trijumeau.
15. Nerf pathétique.
16. Pédoncule cérébral droit.
17. Nerf oculomoteur.
18. Hypophyse.
19. Lobule piriforme.
20. Chiasma optique.
21. Lobe encéphalique droit.
22. Lobule olfactif.

1. *Les artères bulbaires* (4, fig. IV)

Leur petite taille rend leur dissection difficile (elles sont souvent détruites au cours de l'ouverture des condyles occipitaux). Elles sont nombreuses, d'importance très inégale et se détachent du tronc basilaire à des niveaux variables : l'une d'elles, cependant, est à peu près constante, au niveau de la XI[e] paire.

Toutes ces artérioles se perdent ensuite sur les faces latérales du bulbe ou plongent vers les pédoncules cérébelleux.

Elles sont en rapport avec le bulbe d'une part (faces latérale et inférieure) et la face interne de l'échancrure intercondylienne, puis de l'apophyse basilaire de l'occipital.

2. *Les artères cérébelleuses postérieures* (6, fig. IV)

Elles n'irriguent que très peu le bulbe, par quelques petites ramifications sur ses faces latérales. Au cours de leur trajet à la surface du bulbe elles sont en contact avec sa face inféro-latérale (au niveau des tubercules faciaux) et avec la gouttière basilaire de l'occipital.

3. *Les artères protubérantielles* (7, fig. IV)

Au nombre de trois ou quatre, assez volumineuses, on les observe à différents niveaux de la protubérance qu'elles irriguent après un court trajet superficiel. Elles sont en rapport avec la face inférieure de la protubérance le plus souvent, mais peuvent se prolonger sur ses faces

latérales, puis suivre les pédoncules cérébelleux postérieurs. Elles sont, d'autre part, en contact avec la gouttière basilaire de l'occipital, atteignant même parfois la suture sphéno-occipitale.

4. *Les artères cérébelleuses antérieures* (9, fig. IV)

On en observe une de façon assez constante (quoique à des niveaux différents suivant les sujets) à la surface des pédoncules cérébraux, qu'elle contourne pour atteindre le cervelet. Elle n'irrigue apparemment pas l'isthme, sauf peut-être par ses branches profondes.

Toutes ces artères cérébelleuses sont en rapport avec les faces inféro-latérales des pédoncules et avec le sphénoïde (elles atteignent parfois sa suture avec le basi-occipital).

5. *Les artères pédonculaires*

Elles sont très difficiles à disséquer, le plus souvent détruites par l'ablation du volet osseux. Elles se détachent du tronc basilaire à des hauteurs variables selon les sujets, suivant les faces latérales de la protubérance, puis s'enfoncent sous les lobules piriformes : elles sont en contact, sur ce trajet, avec les pédoncules cérébraux, le nerf maxillaire supérieur et le nerf ophtalmique, l'hypophyse et parfois avec la III[e] paire crânienne. Elles reposent inférieurement sur le basi-sphénoïde, en contact avec la suture sphéno-occipitale.

Le polygone de Willis (13, 14, fig. IV)

Il n'irrigue pas spécialement l'isthme, mais reste largement en rapport avec lui avant de se distribuer au

cerveau. Il est formé par le confluent des deux carotides internes d'une part, et par la terminaison du tronc basilaire d'autre part. On lui reconnaît ordinairement six angles :

1. *L'angle postérieur*, formé par l'union du tronc basilaire et de deux artères communicantes postérieures (13. fig. IV). Il est situé dans le sillon pédonculaire, à la hauteur de la III[e] paire cranienne le plus souvent, parfois au contact de l'hypophyse (ou même situé sous la glande, lorsque les pédoncules sont courts: dans ce dernier cas on note des anastomoses supplémentaires, aberrantes, entre les deux communicantes).

2. *Les deux angles latéraux postérieurs*, formés par la division des carotides internes en communicantes antérieures et postérieures (13. 14. fig. IV). Ils sont situés sur les pédoncules cérébraux, de part et d'autre de l'hypophyse (qui les déborde parfois) au contact du nerf maxillaire supérieur et du nerf ophtalmique, des lobules piriformes et du corps du basi-sphénoïde (creusé dans la selle turcique).

3. *Les deux angles latéraux antérieurs*, situés à la naissance des artères cérébrales moyennes (15. fig. IV), au contact des nerfs optiques (presque dans l'angle externe du chiasma), de l'extrémité antérieure des lobules piriformes et des gouttières caverneuses du sphénoïde.

4. *L'angle antérieur*, qui est situé au confluent des deux artères communicantes antérieures (départ de l'artère cérébrale antérieure, 16. fig. IV), caché par le chiasma des nerfs optiques et en contact, par sa face supérieure, avec la fente interhémisphérique.

Les branches de distribution et les anastomoses du polygone de Willis

Les deux *anastomoses* principales du polygone de Willis sont, d'une part, l'anastomose intercarotidienne (10, fig. IV) qui existe à des niveaux très différents selon les sujets, le plus souvent cependant au contact de la troisième paire cranienne et, d'autre part, l'anastomose carotido-basilaire (8, fig. IV), aberrante et souvent peu développée.

Les *branches de distribution* du polygone sont essentiellement les trois artères cérébrales :

1° *L'artère cérébrale antérieure* (16, fig. IV), qui naît de l'angle antérieur du polygone (formé par le confluent des deux communicantes antérieures), puis s'enfonce dans la fente interhémisphérique; elle est au contact du chiasma et du sinus sphéno-palatin;

2° *L'artère cérébrale moyenne* (15, fig. IV) ou sylvienne, qui se détache de l'angle latéral du polygone pour suivre la vallée de Sylvius; elle est au contact du chiasma, à son origine, puis croise le nerf maxillaire supérieur et les lobules piriformes sous les gouttières caverneuse et maxillaire;

3° *L'artère cérébrale postérieure* (12, fig. IV), qui naît de la communicante postérieure au niveau de la III[e] paire cranienne (soit en avant, soit en arrière, on note des variations de 10 mm); elle contourne les pédoncules cérébraux pour s'engager dans la grande fente cérébrale; elle est en rapport avec les pédoncules, la III[e] paire et le nerf ophtalmique et repose sur la portion terminale du basi-sphénoïde.

Topographie exocranienne

Nous nous bornons à rappeler ici les zones de projection des différentes artères, celles-là se déduisant des rapports encéphaliques définis plus haut.

I. *Topographie du tronc basilaire et de ses branches*

Le trajet des deux artères cérébro-spinales qui contribuent à la formation du tronc basilaire est, soit parallèle (à 15 mm en moyenne, d'écart), puis convergeant brusquement pour former le confluent, soit convergent régulièrement jusqu'au confluent. Il se projette sur les condyles occipitaux: le tronc, à son origine, se projette sur l'échancrure intercondylienne.

Les coordonnées de ce trajet sont donc à peu près celles du trajet du collet bulbaire à la XII[e] paire cranienne.

La terminaison du tronc basilaire (confondu avec l'angle postérieur du polygone) se fait à la limite de l'union bulbo-protubérantielle et se projette sur la portion terminale de l'apophyse basilaire de l'occipital (un peu en arrière de la synostose sphéno-basilaire).

Les coordonnées de cette terminaison sont donc celles des limites antérieures de la protubérance annulaire.

Les artères bulbaires ont une projection très variable, à la fois sur la portion antérieure des condyles occipitaux et la portion médiane de l'apophyse basilaire de l'occipital; leurs coordonnées sont celles de la distance séparant la XII[e] de la X[e] paire.

Les artères cérébelleuses postérieures se projettent à peu près au milieu de l'apophyse basilaire de l'occipital:

leurs coordonnées sont celles de la distance qui sépare la IX^{e} et la X^{e} paires.

Les artères protubérantielles se projettent sur la portion terminale de l'apophyse; leurs coordonnées sont celles de la IX^{e} paire.

Les artères cérébelleuses antérieures se projettent à peu près sur la suture sphéno-occipitale: leurs coordonnées sont celles de la limite antérieure de la protubérance.

Les artères pédonculaires, très aberrantes, se projettent à la fois sur l'apophyse basilaire de l'occipital et sur le corps du sphénoïde.

II. *Topographie du polygone de Willis et de ses branches*

Le polygone lui-même se projette à peu près selon les limites de projection de l'hypophyse sur le corps du sphénoïde: ses coordonnées sont donc à peu près celles de l'hypophyse. Les flexuosités des carotides internes ont la même projection que la III^{e} paire cranienne sur le corps du sphénoïde.

La projection et les coordonnées des branches collatérales sont celles des régions de l'isthme qu'elles irriguent.

Système veineux

Distribution générale

La dissection des veines de l'encéphale étant très délicate et presque impossible sans injection préalable au plâtre coloré, nous n'avons recueilli que des indications fragmentaires sur leur disposition. De plus, la dissection

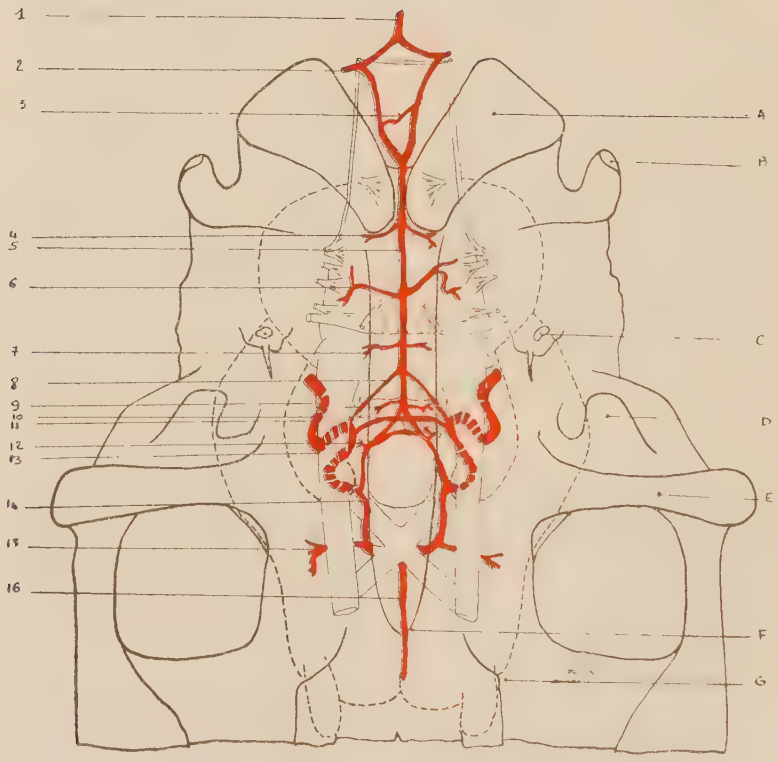

Fig. IV.

Projection orthogonale de la vascularisation de l'isthme sur la face basilaire du crâne.

FIG. IV. — *Projection orthogonale de la vascularisation de l'isthme sur la face basilaire du crâne*

A. Condyle de l'occipital.
B. Apophyse styloïde.
C. Apophyse hyoïdienne.
D. Eminence sus-condylienne.
E. Condyle du temporal.
F. Suture sphénoïdo-vomérienne.
G. Apophyse ptérygoïde.

1. Artère spinale médiane.
2. Artère cérébro-spinale.
3. Anastomose intercérébro-spinale.
4. Artère bulbaire.
5. Tronc basilaire.
6. Artère cérébelleuse postérieure.
7. Artère protubérantielle.
8. Anastomose carotido-basilaire.
9. Artère cérébelleuse antérieure.
10. Anastomose intercarotidienne.
11. Artère carotide interne.
12. Artère cérébrale postérieure.
13. Artère communicante postérieure.
14. Artère communicante antérieure.
15. Artère cérébrale moyenne.
16. Artère cérébrale antérieure.

des artères de l'isthme se fait le plus souvent aux dépens des sinus veineux qu'elles traversent. Toutefois, les rapports du système veineux étant déjà bien connus (Champion; Barone et Champion) chez les Solipèdes, nous pouvons préciser de façon suffisante la topographie des éléments les plus importants du réseau veineux de l'isthme. Nous distinguerons les vaisseaux qui drainent directement les différentes régions de cet isthme (et rejoignent ensuite les sinus inférieurs) des sinus et confluents qui sont simplement en rapport avec lui.

Rappelons que l'irrigation veineuse de ces régions est assurée par les sinus veineux de la dure-mère (trois sinus principaux: longitudinal inférieur, transverse et pétreux). Tous ces sinus ne sont que des lacs sanguins très mal délimités, dont l'étendue et la fragilité gênent considérablement l'abord des régions qu'ils traversent.

1. *Les vaisseaux et sinus irriguant l'isthme*

Les veines qui desservent le *bulbe rachidien* sont nombreuses et difficiles à isoler: les plus importantes se jettent dans le sinus occipito-atloïdien, tandis que les veines desservant la *protubérance annulaire* se dirigent plutôt vers la cavité cérébelleuse où elles se déversent dans les sinus transverses et pétreux; quant aux veinules qui émergent des *pédoncules cérébraux* et de l'*hypophyse*, elles se rendent aux sinus caverneux.

2. *Les vaisseaux et sinus en rapport avec l'isthme*

Rappelons qu'en abordant le crâne par sa face inférieure on rencontrera, de part et d'autre de l'apophyse

basilaire de l'occipital et du corps du sphénoïde (face externe), les volumineux confluents sous-sphénoïdaux, qui se déversent dans les veines ptérygoïdiennes et occipitales.

Logés dans la dure-mère, deux sinus principaux s'interposent entre l'isthme et le plancher de la boîte cranienne. Ce sont :

a) Le *sinus caverneux* (ou sus-sphénoïdal) qui s'étend de part et d'autre de l'axe sagittal du crâne, sur le plancher du sphénoïde et de l'apophyse basilaire de l'occipital, depuis la fossette optique (en avant) jusqu'au trou déchiré postérieur (en arrière).

Il est le plus souvent détruit au cours de l'ouverture du crâne, surtout au cours de la dissection des carotides internes (dont il abrite les inflexions terminales).

Il est formé de deux portions symétriques, celles-ci communiquant entre elles en arrière de l'hypophyse par le sinus intercaverneux postérieur et, en avant, par le sinus intercaverneux antérieur (plus petit et rarement isolé).

En plus de ses rapports osseux avec le sphénoïde, le sinus caverneux est en contact avec la carotide interne, l'hypophyse (qui le recouvre de sa tente méningée), le nerf maxillaire supérieur, le nerf ophtalmique, les III^{e} et VI^{e} paires. Il se projette extérieurement sur le corps du sphénoïde.

b) Le *sinus occipito-atloïdien*, dont le plexus basilaire entoure le bulbe rachidien à l'intérieur de l'anneau osseux de l'occipital : il n'est séparé du bulbe que par un réseau conjonctif assez lâche, cédant facilement à l'ouverture des condyles occipitaux. Ce sinus communique avec le

confluent sous-sphénoïdal par le trou condylien. Sa projection extérieure se dessine sur les condyles occipitaux.

[Remarque : L'isthme contracte enfin quelques rapports avec le sinus pétreux supérieur (difficile à observer) et avec le sinus pétreux inférieur, plus important, au niveau du rocher. Signalons aussi ses rapports avec la veine sous-cérébrale, dont un affluent, la veine optique, entoure le chiasma optique (cf. Champion).]

Système lymphatique

Ne l'ayant jamais observé de façon certaine, nous n'en donnons aucune topographie.

CONCLUSION

La topographie cranienne de la face inférieure de l'isthme encéphalique des Équidés est, dans l'ensemble, difficile à établir avec une précision absolue; le polymorphisme des crânes et des diverses régions de l'isthme lui-même en est la cause.

Toutefois, dans des limites définies, on peut dresser une carte de projection de l'isthme, dont la lecture établit en pratique une certitude quant aux structures nerveuses de taille importante (trijumeau, hypophyse, chiasma optique) et une probabilité quant aux structures de petite taille (les paires craniennes, sauf le trijumeau).

Cette diversité morphologique de l'isthme présente, semble-t-il, un intérêt particulier si on envisage la corrélation avec la forme même de la base du crâne; en effet, il apparaît souvent une corrélation entre des anomalies topographiques du système nerveux et du système osseux; ces corrélations sont, ou locales (c'est ainsi qu'à une situation anormale du temporal correspond une situation anormale de la protubérance annulaire), ou générales (par exemple la situation plus ou moins avancée de l'isthme à l'intérieur d'un crâne paraît liée au rapport longueur du crâne-longueur totale de la tête).

Or ces anomalies topographiques peuvent influer sur la morphologie des régions : le volume de l'hypophyse semble lié à l'ampleur et à la position plus ou moins avancée de son « berceau turcique ». Il en est de même pour d'autres régions nerveuses en fonction de leur support osseux. Ainsi le volume encéphalique est souvent fonction, non de la taille de la tête, mais de la position plus ou moins avancée des os de la base du crâne par rapport aux autres os de la tête.

Compte tenu de ces corrélations, il serait possible d'établir une correction des cartes de projection, suivant la morphologie individuelle de chaque crâne. Mais la réalisation d'un tel système devrait reposer sur un très grand nombre d'observations de têtes de Solipèdes adultes, ou mieux de fœtus à différents stades de développement.

Vu : *Le Professeur de l'École Vétérinaire,*
Rapporteur,
P.-C. BLIN.

Vu : *Le Directeur de l'École Vétérinaire,*
P. PONS.

Vu : *Le Président de la Thèse,*
LAZORTHES.

Vu : *Le Doyen,*
LAZORTHES.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Toulouse, le 8 février 1961.

Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université,
DOTTIN.

BIBLIOGRAPHIE

Barone (R.) et Champion (M.). — Le drainage veineux de l'encéphale des Équidés. *Bulletin de la Société des Sciences Vétérinaires et de Médecine Comparée de Lyon*, 1955, *57*, 35-47.

Barone (R.) et Schafer (H. W.). — L'irrigation artérielle de l'encéphale chez les Équidés domestiques. *Bulletin des Sciences Vétérinaires et de Médecine Comparée de Lyon*, 1952-53, *54* et *55*, 55-82.

Barrier (G.) et Petit (G.). — Manuel d'anatomie et de dissection du Cheval. Ostéologie. Asselin et Houzeau, Paris, 1908, 201 p., 116 f., 2 pl.

Bourdelle (E.) et Bressou (C.). — Anatomie régionale des animaux domestiques. 2e édition. Équidés. Ane, Mulet, *fascicule I*, Généralités sur les Équidés. J.-B. Baillière et fils, Paris, 1937, 195 p., 93 fig. (Myélencéphale, mésencéphale, diencéphale, 110-136; nerfs craniens, 162-172; circulation des centres nerveux, 172-186).

Fascicule II, Tête et encolure. J.-B. Baillière et fils, Paris, 1937, 469 p., 239 fig. (Os de la tête, 203-241).

Champion (M.). — Contribution à l'étude du drainage veineux de l'encéphale des Solipèdes. *Thèse de Doctorat Vétérinaire*, Lyon, 1955. Imprimerie des Beaux-Arts, C. Annequin, 46 p., 3 fig.

Chauveau (A.), Arloing (S.) et Lesbre (F. X.). — Traité d'Anatomie comparée des animaux domestiques, 5e édition. J.-B. Baillière et fils, Paris, tome I, 1903, 684 p., 366 fig., 91-127; tome II, 1905, 744 p., 379 fig. (isthme encéphalique, 402-426; nerfs craniens, 495-538).

Delmas (A.) et Pertuiset (B.). — La topométrie cranio-encéphalique (variations et asymétries de position des structures thalamiques). *La Presse Médicale*, 1955, *63*, 10, 178-181.

Dobberstein (J.) und Koch (T.). — Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Band I. Knochenlehre, Muskulatur. S. Hirzel Verlag. Leipzig, 1953. 180 S., 186 Abb. (Kopfknochen. S. 64-95).

Band III. Gefässlehre. Nervensystem. Sinnesorgane. Haut S. Hirzel Verlag, Leipzig. 1958. 234 S., 172 Abb. (Das Gehirn, 121-149; Die Gehirnnerven, 150-159).

Ghetie (V.), Pastea (E.), Riga (I.). — Atlas de Anatomie comparativa, vol. I. Craniul (Ossa cranii), 295-343. *Editura Agro-silvica de stat Bucuresti*, 1954, 771 p., 270 fig.

Glósz (L.) und Fehér (Gy). — Beiträge zur vergleichenden Anatomie der facies cerebralis des Keilbeins. *Acta Veterinaria academiae scientiarum hungaricae*, 1959, *IX*, 2, 213-231.

Hughes (H. V.) and Dransfield (J. W.). — Mc Fadyean's osteology and arthrology of the domesticated animals, fourth edition, Baillière, Tindall and Cox, London, 1953, 288 p., 205 fig. (The skull of the horse, 62-107).

Klimov (A. F.). — Anatomiia domachnikh jivotnykh. tom I, Gosoudarstvennoé izdatelstvo selskokhoziaïstvennoï literatoury, Moskva, 1955, 576 p., 368 fig. (Tcherep lochadi, 107-126).

Klimov (A. F.) i Akaévskii (A. I.). — Anatomiia domachnikh jivotnykh, tom II. Gosoudarstvennoé izdatelstvo selskokhoziaïstvennoï literatoury, Moskva, 1951, 464 p., 289 fig. (Golovnoï mozg lochadi, L'encéphale du Cheval, 257-280).

Martin (P.). — Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. II. Band. 1. Hälfte. Anatomie des Bewegungsapparates des Pferdes, zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. Schickhardt und Ebner (Konrad Wittwer). Stuttgart. 1914. 280 S., 203 Abb. (Das Kopfskelet, S. 94-138).

II. Band. 2. Hälfte, Eingeweide, Gefässe, Nerven, Sinnes und Hautorgane des Pferdes Schickhardt und Ebner (Konrad Wittwer). Stuttgart, 1915, 375 S., 238 Abb. (Das Nervensystem: S. 230-283).

M'Fadyean (J.). — The Anatomy of the horse. A dissection guide, third edition, W. and A. K. Johnston, limited, Edinburgh, 1922, 388 p., 54 fig. (Dissection of the brain, 239-263).

Nickel (R.), Schummer (A.) und Seiferle (E.). — Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band I. Bewegungsapparat. Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1954, 502 S., 517 Abb.

Petit (M.). — Recherches sur l'ostéologie de la tête des Équidés. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 1937, *LXXXIX*, nouvelle série, *t. I*, 324-346, 398-419.

Plat (P.). — Topographie cranio-encéphalique des Solipèdes. *Thèse de Doctorat Vétérinaire*, Lyon, 1953. Imprimerie des Beaux-Arts, C. Annequin, 43 p., 6 fig.

Schäfer (H. W.). — L'irrigation artérielle de l'encéphale des Équidés domestiques. *Thèse de Doctorat Vétérinaire*, Lyon, 1952. Imprimerie des Beaux-Arts, C. Annequin, 47 p., 3 pl.

Sisson (S.) and Grossman (J. D.). — The anatomy of the domestic animals, fourth edition revised. W. B. Saunders Company, Philadelphia and London, 1953, 972 p., 738 fig. (Bones of the cranium, 45-82; the occipital artery, the internal carotid artery, 651-653; the sinuses of the dura mater, 700-703; the brain of the horse, 788-813; the cranial nerves, 813-831).

Sörensen (E.). — Das Primordialkranium des Pferdes. Kandrup og Wunsch Bogtrykkeri, Köbenhavn. 1930, 59 S., 14 Abb., 5 Taf.

Tagand (R.) et Barone (R.). — 1. Anatomie des Équidés domestiques, tome I, fasc. I : Ostéologie de la tête et du tronc. Imp. des Beaux-Arts, C. Annequin, Lyon, 1950, pp. 46-207; tome II, fasc. IV : Appareil circulatoire (Barone R.), Laboratoire d'Anatomie, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, 1957, pp. 1131 et 1252-1259; 2. Abrégé de Névrologie du Cheval. Imp. des Beaux-Arts, C. Annequin, Lyon, 1949, pp. 43-86 et 141-156.

TABLE DES MATIÈRES

I. Buts - Plan 9

II. Matériel - Moyens d'études 11

Matériel 11

Moyens d'étude 12

III. Topographie de l'isthme 19

Morphologie de l'isthme 19

Régions superficielles 19

Régions profondes 24

Émergences nerveuses 25

IV. Projection endocranienne 30

Bulbe rachidien 30

Protubérance annulaire 31

Pédoncules cérébraux 31

Hypophyse 31

Chiasma optique 32

V. Morphologie basilaire exocranienne.... 33

Occipital..... 33
Temporal..... 34
Sphénoïde..... 36

VI. Comparaison entre les deux reliefs endo- et exocraniens. Étude critique des mensurations effectuées..... 37

VII. Projection exocranienne..... 39

VIII. Projections des différentes régions.... 42

Bulbe rachidien..... 42
Protubérance annulaire..... 43
Pédoncules cérébraux..... 44
Hypophyse..... 45

IX. Projection des points d'émergence nerveuse..... 46

X. Topographie vasculaire de l'isthme..... 51

Système artériel..... 51
Topographie endocranienne..... 52
Tronc basilaire..... 52
Branches collatérales du tronc basilaire..... 53
Le polygone de Willis..... 57

Les branches de distribution et les anastomoses du polygone de Willis. 59

Topographie exocranienne. 60

Système veineux. 61

XI. Conclusion. 67

Bibliographie. 71